

## CITED REFERENCE 4

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-020735

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

G06T 11/00

G06T 15/00

(21)Application number : 10-182350

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 28.06.1998

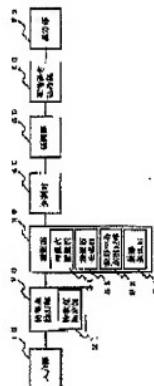
(72)Inventor : ENDO TOSHIO

## (54) TEXTURE IMAGE GENERATION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a texture image generation device capable of automatically generating texture image data of high quality with small storage capacity as texture image data to be used for the image display processing of an optional viewpoint by using three-dimensional(3D) object restoring processing based on the correspondence of feature points.

**SOLUTION:** A feature point arrangement part 31 in a projection part 30 arranges feature points extracted from a 3D object in a coordinate space, a projection face generation part 32 forms a projection face to be the combination of developable faces/planes so as to include all the feature points and a projection processing part 34 draws projection lines passing respective feature points from a projection center point and finds out projection points on the projection face. A division part 40 divides the projection face into respective small faces based on the projection points and a development part 50 develops these small faces to a plane. An image write part 60 writes projection image in the developed plane. At the time of writing, images free from distortion are selected as projection images, faces are fit and these projection images are written based on respective projection points on the developed plane and the feature points on the photographed image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-20735

(P2000-20735A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int.Cl.  
G 0 6 T 11/00  
15/00

識別記号

F I  
G 0 6 F 15/72テ-レコ-ト(参考)  
3 5 0  
5 B 0 8 0  
4 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 21 頁)

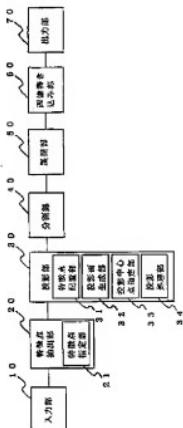
(21)出願番号 特願平10-182350  
(22)出願日 平成10年6月29日(1998.6.29)(71)出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(72)発明者 遠藤 利生  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(74)代理人 100095555  
弁理士 池内 寛幸 (外1名)  
Fターム(参考) G0800 B01 C000 G022

## (54)【発明の名称】 テクスチャ画像生成装置

## (57)【要約】

【課題】 特徴点対応に基づく3次元オブジェクト復元処理を用いた任意視点の画像表示処理に用いるテクスチャ画像データとして、高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像データを自動生成するテクスチャ画像生成装置を提供する。

【解決手段】 特徴点配賦部31は3次元オブジェクトトから抽出した特徴点を座標空間に配置し、投影面生成部32はすべての特徴点を包含するように可変面・平面の組み合わせである投影面を形成する。投影処理部34は投影中心点から各特徴点を通る投影線を引いて投影面上の投影点を求める。分割部40により投影面を投影点を基に各小面に分割し、展開部50によって平面に展開する。画像書き込み部60により展開平面に対して撮影画像を書き込む。書き込みにあたり、撮影画像として並みの少ない画像を選択し、展開平面上の各投影点と撮影画像上の特徴点を基に面を当てはめて書き込む。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 次元オブジェクトから抽出した特徴点のデータと撮影された3次元オブジェクトの外表面の2次元面後データとを基に3次元画像データのテクスチャ画像を生成するテクスチャ画像生成装置であって、  
入力部と、投影部と、分割部と、展開部と、画像書き込み部とを備え、  
前記入力部は、3次元オブジェクトの特徴点のデータと外表面の2次元撮影画像データの入力を受け付け、前記投影部は、前記入力された3次元オブジェクトの特徴点を、可展面体である既知形状面であって前記特徴点を包含する多面図に投影して投影点を求める、前記分割部は、前記変形面を前記特徴点の投影点により小面に分割し、前記展開部は、前記投影部で平面に展開して前記小面からなる展開平面を生成し、前記展開書き込み部は、前記展開平面上の各小面に対し、対応する特徴点が撮影された前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像を書き込むことによりテクスチャ画像を生成することを特徴とするテクスチャ画像生成装置。

【請求項 2】 前記投影部は投影面調整部を備え、前記投影面調整部が、前記投影部が生成する投影面の種類とサイズを、前記特徴点により形成される3次元オブジェクトの形状に合わせるように調整することにより、前記投影面の形状と前記特徴点により形成される3次元オブジェクトとの形状の差みを最小化する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 3】 前記投影部が、投影中心点道正確認部を備え、前記投影中心点道正確認部により、前記画像書き込み部による前記展開平面上の各小面への前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像の書き込みをモニタし、前記展開平面上の各小面と、対応する特徴点が撮影された撮影画像との対応が正しく得られているか確認することができる請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 4】 前記投影部が、投影中心点の情報を入力する投影中心点指定部を備え、前記投影中心点指定部からの指定に基づいて前記投影中心点を定める請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 5】 前記3次元オブジェクトの特徴点をグループに分ける特徴点グループ情報が付され、前記変形部が、前記特徴点グループ情報を先い、それぞれの特徴点のグループに対して投影処理を行う請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 6】 前記投影部が、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の可展面および平面にまたがって投影される越境面がある場合に、前記越境面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが可展面上に投影されるように可展面を調整する可展面投影調整部を備え、前記越境面の特徴点の投影点のうち、前記可展面上にある投影点を可展面境界投影点とし、前記平面上にある投影点を平面境界投影点とし、前記平面投影調整部は、前記投影中心点から前記可展面境界投影点を通る投影線を延長して前記平面の延長面と交わる点を平面調整投影点として求め、前記分割部は、前記平面の境界線を前記平面境界投影点と前記平面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記可展面の境界線を前記可展面境界投影点を順に結ぶ線として前記可展面と平面を分割する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

とし、前記可展面投影調整部は、前記投影中心点から前記平面境界投影点を通る投影線を延長して前記可展面の延長面と交わる点を可展面調整投影点として求め、前記分割部は、前記可展面の境界線を前記可展面境界投影点と前記可展面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記平面の境界線を前記平面境界投影点を順に結ぶ線として前記可展面と平面を分割する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 7】 前記投影部が、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の可展面および平面にまたがって投影される越境面がある場合に、前記越境面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが平面上に投影されるように平面を調整する平面投影調整部を備え、前記越境面の特徴点の投影点のうち、前記可展面上にある投影点を可展面境界投影点とし、前記平面上にある投影点を平面境界投影点とし、前記平面投影調整部は、前記投影中心点から前記可展面境界投影点を通る投影線を延長して前記平面の延長面と交わる点を平面調整投影点として求め、前記分割部は、前記平面の境界線を前記平面境界投影点と前記平面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記可展面の境界線を前記可展面境界投影点を順に結ぶ線として前記可展面と平面を分割する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 8】 前記投影部が、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の第一の可展面と第二の可展面にまたがって投影される越境面がある場合に、前記越境面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが前記第一の可展面上に投影されるように可展面を調整する可展面投影調整部を備え、前記越境面の特徴点の投影点のうち、前記一の可展面上にある投影点を第一の可展面境界投影点とし、前記第二の可展面上にある投影点を第二の可展面境界投影点とし、前記可展面投影調整部は、前記投影中心点から前記第二の可展面境界投影点を通る投影線を延長して前記第一の可展面の延長面と交わる点を可展面調整投影点として求め、前記分割部は、前記第一の可展面の境界線を前記第一の可展面境界投影点と前記可展面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記第二の可展面の境界線を前記第二の可展面境界投影点と前記可展面調整投影点とを順に結ぶ線として前記第一の可展面と第二の可展面を分割する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 9】 前記展開部は、前記可展面の平面への展開処理において、特徴点の投影点を結ぶ線に沿って切断・展開する請求項 1 に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項 10】 前記分割部は、前記投影面の分割処理において、前記特徴点の投影点を頂点とする凸包を生成し、前記凸包を構成する小面をもって前記投影面を分割

した小面と近似して扱う請求項1に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項1】 前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込むそれぞれの小面の撮影画像のデータとして、書き込む小面の面積が最も大きく撮影されている画像データを用いる請求項1に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項2】 前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込むそれぞれの小面の撮影画像のデータとして、書き込む小面を最も近く視点から撮影した画像データを用いる請求項1に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項3】 前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込むそれぞれの小面の撮影画像のデータの形状を、展開平面上の対応する小面の形状に合うようにアフィン変換して書き込む請求項1に記載のテクスチャ画像生成装置。

【請求項4】 3次元オブジェクトから抽出した特徴点のデータと3次元オブジェクトの外表面の画像データとを基に3次元画像データのテクスチャ画像を生成するテクスチャ画像生成装置を実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、3次元オブジェクトの特徴点のデータと外表面の撮影画像データの入力を受け付ける入力処理ステップと、前記入力された3次元オブジェクトの特徴点を、可展曲面である既知形状面であって前記特徴点を包含する投影面上に投影して投影点を求める投影処理ステップと、前記投影処理ステップにより投影した投影面を前記特徴点の投影点により小面に分割する分割処理ステップと、前記投影面を平面に展開して前記小面からなる展開平面を生成する展開処理ステップと、前記展開平面上の各小面に対して、対応する特徴点が撮影された前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像を書き込む画像書き込み処理ステップとを備え、テクスチャ画像を生成することを特徴とする処理プログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、テクスチャ画像生成装置に関する。特に、特徴点対応に基づく3次元形状復元処理を用いた任意視点の画像表示方式において、高品質かつ記憶容量が少なくて済むテクスチャ画像を自動生成できるテクスチャ画像生成装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 近年のコンピュータシステムの高性能化、マルチメディア処理技術の発達により、パーソナルコンピュータ等においても高度な3次元コンピュータグ

ラフィックス（以下、CGと略記する）が処理できる環境が整いつつある。3次元CG技術を利用した電子ショッピング、電子博物館など、物体をコンピュータ画面上に現実感をもって再現するシステムの構築において、現在する物体を如何に効率良くコンピュータ上の3次元画像データとして取り込むかが重要な課題となっている。【0003】 3次元物体をコンピュータに取り込むためのデータ生成の手法として最も簡単な方式は、3次元物体を幾つかの視点から撮影した2次元画像データを生成して用意しておき、再現時には利用者の視点に応じて最も近い視点から撮影した2次元画像をディスプレイに表示する方式である。しかし、この方式によれば、撮影した視点以外からの視点による3次元物体の画像を表示できないという問題があった。また、あくまで2次元画像であるので、3次元CGデータとして生成されている他の3次元物体との画像合成が実行しにくいという問題もあった。そこで、取り込んだ3次元物体を任意の視点から表示可能とするためには、物体を複数の視点から撮影した2次元画像データに基づいて物体の3次元形状を3次元画像データとして復元し、任意視点に対する3次元形状の投影画像を生成して表示することが必要となる。

【0004】 ここで、撮影した2次元画像データから物体の3次元形状を3次元画像データとして復元する方式として幾つか提案されているが、代表的な方式として、特徴点に基づく方式がある。この方式による3次元画像データの生成処理は、図19のフローチャートに示すように以下の処理ステップから構成される。また、図20に從来の特徴点に基づく3次元画像データ生成の概念を示す。

【0005】 まず、撮影画像を読み込み、特徴点を抽出する（ステップS1901）。この特徴点の抽出にあたり、撮影した2次元画像の中で明度が変化している箇所を選んで特徴点とすることが好ましい。この抽出処理は、明度の変化を調べることによりコンピュータで自動的に特徴点を抽出することにより実行しても良く、人手で指定することにより実行しても良い。この様子を図20に示す。この例では図20(a)の撮影画像から図20(b)に示した4つの特徴点が抽出された。

【0006】 次に、撮影画像間で、抽出した特徴点同士の対応付けを行う（ステップS1902）。この特徴点同士の対応付けにあたっては、撮影画像の撮影位置関係、画像の顕微鏡、抽出特徴点間の位置関係を利用すれば、コンピュータで自動的に処理することが可能である。また、人手で指定することにより実行しても良い。図20の例では、図20(c)のように各特徴点1～特徴点4の対応付けが行われた。

【0007】 次に、特徴点の対応関係からステレオ計測の原理により各特徴点の3次元座標を求める（ステップS1903）。この処理により、各特徴点は3次元空間

内の一点として表現される。

【0008】次に、3次元空間内に表現された各特徴点間に對して面を割り当て、多面体を形成する（ステップS1904）。ここで、面を形成する特徴点の組み合わせは任意の組み合わせではなく、再生物体の外表面を形成するように選択されなければならない。図20の例では、図20（d）のように面が割り当てられ、4面体が形成された。

【0009】次に、各面のテクスチャを生成する（ステップS1905）。テクスチャの生成にあたっては、撮影画像の模様を参照すれば各面に貼るテクスチャが計算できる。

【0010】以上のステップS1901～ステップS1905に示した処理により、撮影画像から3次元画像データが生成できる。図20の例では、図20（e）に示すように元の3次元物体の3次元画像データが生成できる。

【0011】一方、生成した3次元画像データを用いた3次元物体のコンピュータ画面上での再生処理は、図21のフローチャートに示すように以下の処理ステップから構成される。

【0012】まず、利用者の物体に対する視点の位置を指定する。つまり、物体に対する視点の方向と距離が指定される（ステップS2101）。次に、指定された物体に対する視点の方向と距離に応じた投影面に対する各特徴点の投影面への位置を計算し、投影画像を得る（ステップS2102）。この段階では、まだテクスチャマッピング処理は行われていない。

【0013】次に、投影画像の各面に對してテクスチャを貼り込む（ステップS2103）。ここで、テクスチャの貼り込みにあたっては、投影された各面の大きさ、形、方向を計算してテクスチャを調整して貼り込む。

【0014】最後に、ライティング、トレンシング、シェーディングなど必要な特殊効果処理を施した後、コンピュータ画面上への表示が行われる（ステップS2104）。

【0015】以上のステップS2101～ステップS2104に示した処理により、生成した3次元画像データを用いてコンピュータ画面上へ3次元物体の任意の視点における画像が表示できる。

#### 【0016】

【発明が解決しようとする課題】3次元画像として取り込む物体は、その形状、模様も複雑なものが多く、また、一層優れた仮想現実を実現するために高精細なデータが要求される。この場合、必要とされるデータ容量が膨大なものとなるので、3次元画像データの記憶容量の低減が重要な課題となる。また、3次元画像の再生は、記録媒体やネットワークを介して時間的にも空間的にも離れた場所で行う必要があり、回線費用の低減や転送時間の短縮のために、一層のデータ容量の削減が求められ

ている。

【0017】ここで、特徴点とその接続関係は、XYZ値および特徴点の対応番号のデータセットで表現されるので、通常、テクスチャに関するデータ量と比べ、特徴点に関するデータ量は十分小さいものである。従って、3次元画像データのデータ量の削減は、テクスチャに関するデータ量を如何に削減するかという点が重要な課題となる。

【0018】以下に挙げる2つの従来のテクスチャ画像生成処理方式には、それぞれデータ量低減の観点からは問題点を有するものであった。第一番目のテクスチャ画像生成処理方式としては、3次元画像データ生成時に、テクスチャデータを3次元形状に貼り込んだ形の3次元物体としては復元せずに、撮影された画像データをそのまま記憶し、表示処理時に指定された視点に応じて各面に貼るテクスチャを生成する方法がある。この方式によれば、指定された視点に近い視点から撮影された画像データを用いて的にテクスチャデータを生成すれば良いが、あらゆる視点から撮影した画像データが必要となり、テクスチャ処理に必要となる画像データは膨大な容量となる問題が発生する。

【0019】第二番目のテクスチャ画像生成処理方式としては、各面ごとにその面に貼るテクスチャをそのまま画像（テクスチャ画像）として記憶する方式がある。これは、図22に示すように、多面体を形成する各面を切り離して平面上に配置しておき、その上に撮影画像の模様を描き込んで記憶するものである。しかし、このテクスチャ処理方式によれば、テクスチャ間違のデータとして保持するデータの中に無駄な部分が多く含まれ、余分な記憶容量が必要になってしまう問題があった。つまり、一般に多面体を平面に展開すると、図22に示したように面と面の間に無駄な隙間が多く発生してしまう。この隙間を埋めるように面を配置することは容易ではなく、また、画像の品質向上のために面の総数を増やすにつれて生じる隙間が増加し、無駄な記憶容量がさらに増加する問題が発生する。

【0020】ここで、隙間を埋めるために、面の形を適宜に変形させることは可能であるが、画像は画面を単位とする2次元配列データとして表現されるため、面の形が元の形から歪むにつれ、画面を単位とする量子化誤差の影響が大きくなり、再生画像の品質が劣化するという問題が生じる。

【0021】本発明は、上記従来のテクスチャ画像生成処理方式の問題点に鑑み、特徴点対応に基づく3次元オブジェクト復元処理を用いた任意視点の画像表示処理に用いるテクスチャ画像データであって、商品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像データを自動生成するテクスチャ画像生成装置を提供することを目的とする。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

に本発明のテクスチャ画像生成装置は、入力部と、投影部と、分割部と、展開部と、画像書き込み部とを備え、前記入力部は、3次元オブジェクトの特徴点のデータと外表面の2次元撮影画像データの入力を受け付け、前記投影部は、前記入力された3次元オブジェクトの特徴点を、可展表面である既知形状面であって前記特徴点を包含する投影面に投射して投影点を求め、前記分割部は、前記投影面を前記特徴点の投影点により小面に分割し、前記展開部は、前記投影面を平面に展開して前記小面からなる展開平面を生成し、前記画像書き込み部は、前記展開平面上の各小面に対して、対応する特徴点が撮影された前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像を書き込むことによりテクスチャ画像を生成することを特徴とする。

【0023】この構成により、3次元オブジェクトの特徴点を可展表面である既知形状面の投影面に投射して平面に展開することができ、前記展開平面への撮影画像データの書き込みにより効率の良いテクスチャ画像の生成を行うことができる。

【0024】次に、前記投影部は投影面調整部を備え、前記投影面調整部が、前記投影部が生成する投影面の種類とサイズを、前記特徴点により形成される3次元オブジェクトの形状に合わせるために調整することにより、前記投影面の形状と前記特徴点により形成される3次元オブジェクトとの形状の差みを最小化することが好ましい。

【0025】この構成により、投影面の種類とサイズを特徴点により形成される3次元オブジェクトの形状に合わせることができるため、投影により生じる投影面上に形成される投影形成面と元の3次元オブジェクトの外表面との差みを最小化することができ、テクスチャ画像の品質を向上することができる。

【0026】次に、前記投影部は投影中心点道正確認部を備え、前記投影中心点道正確認部により、前記画像書き込み部による前記展開平面の各小面への前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像の書き込みをモニタし、前記展開平面の各小面と、対応する特徴点が撮影された撮影画像との対応が正しく得られているか確認することができる(以下、「好ましい」)。

【0027】この構成により、3次元オブジェクトの特徴点の既知形状面への投影にあたり、形成される投影面上において3次元オブジェクトの各面が重ならないことが保証でき、3次元オブジェクトのすべての面を平面上に展開することができる。

【0028】なお、投影中心点として、3次元オブジェクトの重心点、原点などあらかじめ定められた点などを採用することができ、投影中心点道正確認部により投影中心点の適正が認証できない場合は、投影中心点の選定をやり直す。

【0029】次に、前記投影部が投影中心点の指定を入

する投影中心点指定部を備え、前記投影中心点指定部からの指定に基づいて前記投影中心点を定めることができない。

【0030】この構成により、投影中心点の指定を装置利用者が行なうことができ、状況に応じてテクスチャ画像生成装置の処理をチューニングすることができる。次に、前記3次元オブジェクトの特徴点をグループに分ける特徴点グループ情報を付され、前記投影部が、前記特徴点グループ情報に従い、それぞれの特徴点のグループに対してそれぞれ投影処理を行うことが好ましい。

【0031】この構成により、復元される3次元オブジェクトの形状が複雑な場合に、各部分の形状が処理しやすいようオブジェクト部分に分けて投影処理することができ、テクスチャ画像の品質を向上させることができます。

【0032】次に、前記投影部が、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の可展面および平面にまたがって投影される越境面がある場合に、前記越境面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが可展面上に投影されるように可展面を調整する可展面投影調整部を備え、前記越境面の特徴点の投影点のうち、前記可展面上にある投影点を可展面境界投影点とし、前記平面上にある投影点を平面境界投影点とし、前記可展面投影調整部は、前記投影中心点から前記平面上の各投影点を通る投影線を延長して前記可展面の延長線と交わる点を可展面調整投影点として求め、前記分割部は、前記可展面の境界線を前記可展面境界投影点と前記可展面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記平面の境界線を前記平面境界投影点を順に結ぶ線として前記可展面と平面を分割することができる。

【0033】この構成により、既知形状面上に投影された3次元オブジェクトの各面が可展面と平面にまたがって形成されることなく、可展面と平面の境界線を投影形成面間の境界線とすることができ、並みの少ないテクスチャ画像を得ることができる。

【0034】次に、前記投影部が、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の可展面および平面にまたがって投影される越境面がある場合に、前記越境面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが平面上に投影されるように平面を調整する平面投影調整部を備え、前記越境面の特徴点の投影点のうち、前記可展面上にある投影点を可展面境界投影点とし、前記平面上にある投影点を平面境界投影点とし、前記平面投影調整部は、前記投影中心点から前記可展面境界投影点を通る投影線を延長して前記平面の延長線と交わる点を平面調整投影点として求め、前記分割部は、前記平面の境界線を前記平面境界投影点と前記可展面境界投影点とを順に結ぶ線とし、前記可展面の境界線を前記可展面境界投影点と順に結ぶ線として前記可

展面と平面を分割することが好ましい。

【0035】この構成により、既知形状面上に投影された3次元オブジェクトの各面が可展面と平面にまたがって形成されることがなく、可展面と平面の境界線を投影形成面間の境界線とすことができ、歪みの少ないテクスチャ画像を得ることができる。

【0036】次に、前記投影部は、前記特徴点の投影処理によって形成される投影形成面のうち、前記投影面上の第一の可展面と第二の可展面にまたがって投影される投影面がある場合に、前記投影面を形成する特徴点を投影した際に、特徴点のすべてが前記第一の可展面上に投影されるように可展面を調整する可展面投影調整部を備え、前記既知面の特徴点の投影点のうち、前記一の可展面上にある投影点を第一の可展面境界投影点とし、前記第二の可展面上にある投影点を第二の可展面境界投影点とし、前記可展面投影調整部は、前記投影中心点から前記第二の可展面境界投影点を通る投影線を延長して前記第一の可展面の延長面と交わる点を可展面調整投影点として求め、前記分割部は、前記第一の可展面の境界線を前記第一の可展面境界投影点と前記可展面調整投影点とを順に結ぶ線とし、前記第二の可展面の境界線を前記第二の可展面境界投影点と順に結ぶ線として前記第一の可展面と第二の可展面を分割することができる。

【0037】この構成により、既知形状面上に投影された3次元オブジェクトの各面が2つの可展面間にまたがって形成されることがなく、第一の可展面と第二の可展面の境界線を投影形成面間の境界線とすことができ、歪みの少ないテクスチャ画像を得ることができる。

【0038】次に、前記既知面は、前記可展面の平面への展開処理において、特徴点の投影点を順に縦線に沿って切断・展開することができる。この構成により、可展面の切断・展開処理において、投影された特徴点により形成される面が途中から切断されてしまうことがなく、投影形成面間の接線をもって切断することができます、歪みの少ないテクスチャ画像を得ることができる。

【0039】次に、前記分割部は、前記投影面の分割処理において、前記特徴点の投影点を頂点とする凸包を生成し、前記凸包を構成する小面をもって前記投影面を分割した小面と近似して扱うことが好ましい。

【0040】この構成により、特徴点の投影点を頂点とする凸包をもって投影面と近似して平面に展開することができ、効率良く、かつ、データ容量の無駄の少ないテクスチャ画像を生成することができる。

【0041】次に、前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込まれた小面の撮影画像のデータとして、書き込む小面の面積が最も大きく撮影されている画像データを用いることが好ましい。

【0042】この構成により、実物の3次元オブジェクト外表面のテクスチャに最も近いテクスチャ画像を生成

することができる。次に、前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込むそれぞれの小面の撮影画像のデータとして、書き込む小面を最も近い視点から撮影した画像データを用いることが好ましい。

【0043】この構成により、指定の視点から見た場合の3次元オブジェクト外表面のテクスチャに最も近いテクスチャ画像を生成することができる。次に、前記画像書き込み部は、前記展開平面への前記3次元オブジェクトの撮影画像を書き込む処理において、書き込むそれぞれの小面の撮影画像のデータの形状を、展開平面上の対応する小面の形状に合うようにアフィン変換して書き込むことが好ましい。

【0044】この構成により、可展面および平面からなる既知形状への投影処理において実際の3次元オブジェクトの面とその投影形成面との形状の歪みを調整することでが、生成されるテクスチャ画像の歪みも矯正することができる。

【0045】次に、本発明のテクスチャ画像生成装置を実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、3次元オブジェクトの特徴点のデータと外表面の撮影画像データの入力を受け付ける入力処理ステップと、前記入力された3次元オブジェクトの特徴点を、可展平面である既知形状面であって前記特徴点を包含する投影面に投影して投影点を求める投影処理ステップと、前記投影処理ステップにより投影した投影面を前記特徴点の投影点により小面に分割する分割処理ステップと、前記投影面を平面に展開して前記小面からなる展開平面を生成する展開処理ステップと、前記展開平面上の各小面に対して、対応する特徴点が撮影された前記3次元オブジェクトの外表面の撮影画像を書き込む画像書き込み処理ステップとを備え、テクスチャ画像を生成することを特徴とする処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0046】この処理プログラムをコンピュータに読み取らせることにより、コンピュータを利用して、3次元オブジェクトの特徴点を可展平面である既知形状面の投影面に投影して平面に展開することができ、前記展開平面への撮影画像データの書き込みにより効率の良いテクスチャ画像の生成を行うテクスチャ画像生成装置を構成することができる。

【0047】

【発明の実施の形態】本発明のテクスチャ画像生成装置について図面を参照しつつ説明する。まず始めに、本発明のテクスチャ画像生成装置の処理方式の基本的な考え方を以下に説明する。

【0048】従来技術の説明において記述したように、テクスチャ画像は、3次元オブジェクトの外表面の展開面に対して3次元オブジェクトの外表面を撮影して得たテクスチャデータを書き込んだものであるので、展開平

面間の隙間が少ないとデータ容量は小さくて済む。いま、3次元オブジェクトの形状が既知であれば、画像データ生成処理において事前に3次元オブジェクトの平面への展開方法を検討して展開面間の隙間が少なくなるように最適化しておくことが可能となる。

【0049】例えば、3次元オブジェクトの形状が円筒体であるとすると、平面への展開は、図1に示すように、上面、側面、下面の3つの部分に切り離すだけで済む。この展開平面にテクスチャ画像を書き込めば高品質で記憶容量が少なくて済むテクスチャ画像とすることができます。この性質は、展開対象となった円筒体である3次元オブジェクトの形状が、可展体であったことに起因している。このように、3次元オブジェクトの形状が既知の可展体であれば、所定の手順で展開した展開平面間の隙間が少くなるので高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像とすることができます。

【0050】ここで、可展面とは、一般に狭義には平面に展開可能な曲面を指す。例えば、円筒体の外表面は可展面である側面と平面である上面および下面の組み合わせである。本発明で言う「可展体」とは、その外表面が可展面同士の組み合わせ、または、可展面と平面の組み合わせであり適切に平面に展開できるものという。つまり、展開処理による面間の切断境界線は可展面同士の間、または可展面と平面との間のみ生じ、平面同士の間には生じないものとされる。「可展面」とは、可展体を形成する面をいい、後述する投影処理においては投影面となる可展体の外表面をいい。

【0051】本発明の可展体の例としては、図2に示すように、上記の円筒体に加え、柱体、錐体、台錐体がある。ここで、柱体には円柱体、積円柱体などが含まれる。錐体には円錐体、積円錐体などが含まれる。台錐体には台円錐体などが含まれる。また、可展面同士の組み合わせからなる可展体としては、2つの錐体を組み合わせたもの、球体などがある。なお、球体は厳密には可展面ではないが、展開平面と球面の一対一の対応に注目すれば、球面を緯度と経度に着目して方形の平面上に展開することが可能である。しかし、方形に展開したときに投影面上の形が大きくなりがちが予想されるので、球面を投影面として採用することはかならずしも好ましいとは言えない。

【0052】ところで、画像処理で扱う3次元オブジェクトは一般には複雑な形状が多く、上記のような可展体とはなっていない。そこで、3次元オブジェクトを上記の可展面からなる既知形状の中に入れ、その既知形状を投影面として、図3に示すように内部の投影中心点から3次元オブジェクトを投影面に投影し、その投影面を扱うことを考える。

【0053】図3において、301は投影面であり、可展面及び平面の組み合わせである円筒体である。302は投影中心点、303は投影される3次元オブジェク

ト、304は3次元オブジェクト外表面のうちの注目する一つの面である。投影処理は、まず投影中心点302から3次元オブジェクト303の各特徴点に向けて半直線が引かれる。これら半直線をそのまま投影面301まで延長し、投影面301上の投影点を求める。それぞれの特徴点に対するそれぞれの投影点が得られ、3次元オブジェクトの面304に対する投影面301上に投影された面304'が得られる。このように、3次元オブジェクト303のすべての特徴点を投影面301上に投影すれば、展開すべき元の3次元オブジェクトの特徴点に対応する投影点が得られる。ここで、投影面をそれら投影点を頂点とする各面(投影形成面)の集合とみると、3次元オブジェクトは投影処理の結果、可展体である投影面301の形状を持つ物体として表現できる。投影面301は、図1に示したように平面に展開でき、展開平面は余分な隙間がないものとなるので、この展開平面に対して撮影画像のテクスチャを描き込んで作成したテクスチャ画像をもって3次元オブジェクトに対するテクスチャ画像とすれば、3次元オブジェクトのテクスチャ画像は、高品質かつ記憶容量の少ないものとすることができる。

【0054】3次元オブジェクトの形状は一般には未知であり、その各外表面もテクスチャ画像と合わせて3次元特徴点から推定(もしくは算出)する必要がある。上述したように、3次元オブジェクトは投影処理の結果、投影点を頂点とする物体として表現されるので、逆に投影面を投影点を頂点とする小面に分割し、各小面を構成する投影点に対応する特徴点の組みを3次元オブジェクトの外表面とみなすことや、外表面の推定を行うことができる。これにより、テクスチャ画像と対応する外表面が得られる。

【0055】以上、本発明のテクスチャ画像生成装置におけるテクスチャ画像生成の基本的な流れをまとめる。図4に示すように、3次元オブジェクト(ステップS401)の画像データから、3次元オブジェクト形状の特徴点の3次元点列での表現(ステップS402)とし、投影処理により投影面上での投影点列での表現(ステップS403)とし、投影点列を基に面を形成して投影面上の投影形成面での表現(ステップS404)とし、展開処理により展開平面上の投影形成面での表現(ステップS405)とし、最後に撮影画像を投影面に当てはめ、テクスチャ画像(ステップS406)として生成する。

【0056】上記のように、可展面からなる既知形状である投影面への投影を利用したテクスチャ画像の生成処理ができるテクスチャ画像生成装置を実現すれば、高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像を生成できる。

【0057】以上に示した本発明における基本的な処理方式を実現した実施形態1のテクスチャ画像生成装置を

以下に示す。本実施形態 1 のテクスチャ画像生成装置の全体構成の概略と本装置による処理流れの全体像を図面を参照しつつ説明する。図 5 は、本装置の概略構成図を示している。図 6 は本装置が扱うデータ構造例を示している。

【0058】図 5 に示すように、本実施形態 1 のテクスチャ画像生成装置は、大別して入力部 10、特徴点抽出部 20、投影部 30、分割部 40、展開部 50、画像書き込み部 60、出力部 70 を備えている。なお、図示していないが、システム全体の制御処理に必要な制御部、メモリ、モニタ、デバイス類は装備しているものとする。

【0059】以下に、各部の動作を順を追って説明する。入力部 10 によるデータ入力処理を説明する。図 6 a に本発明のテクスチャ画像生成装置の扱うデータ構造例を示す。データ 100 は、画像情報領域 101、特徴点情報領域 102、投影情報領域 103、投影面情報領域 104、その他情報領域 105 およびヘッダ 106 を備えている。

【0060】データ 100 の構造におけるそれぞれの領域には、図 6 b に示したようなデータが与えられる。図 6 b に示すように、入力データは、必須の情報として撮影画像情報を備え、任意の情報として特徴点 3 次元座標情報、特徴点グループ情報、投影中心情報、投影面情報を備えている。ここで、特徴点グループ情報とは、特徴点の集合を複数の小グループに分ける情報であり、それぞれの特徴点の小グループごとに適切な投影面と投影中心点を個別に選択して投影処理する場合に利用する情報である。この特徴点グループ情報を利用して特徴点小グループごとに適切な投影面と投影中心点を個別に選択して投影処理するものは、英単語 case として後述する。

【0061】次に、特徴点抽出部 20 による特徴点抽出処理を説明する。特徴点抽出部 20 は、入力データの特徴点情報として特徴点 3 次元座標情報が与えられている場合には、その特徴点 3 次元座標情報をもって特徴点として、投影部 30 に渡す。特徴点 3 次元座標情報が与えられていない場合には、撮影画像情報から明るさが変化している箇所を検出し、その点を特徴点として自動的に抽出し、ステレオ計測の原理から 3 次元オブジェクトの特徴点を座標空間上の 3 次元点列として計算する。

【0062】特徴点抽出部 20 は、撮影画像の状態によつては明るさの変化による特徴点の抽出が困難な場合もあることに鑑み、特徴点指定部 21 を備えることが好ましい。装置利用者は、特徴点指定部 21 を介して自ら必要に応じて特徴点の指定を行うことができ、特徴点抽出処理をコーニングできることが好ましい。

【0063】次に、投影部 30 による投影処理を説明する。図 5 に示すように投影部 30 は、特徴点配定部 31、投影面生成部 32、投影中心点指定部 33、投影処理部 34 を備えている。

【0064】特徴点配定部 31 は、特徴点抽出部 20 の特徴点抽出処理で得られた特徴点データをもとに 3 次元座標空間上に配置する。投影面生成部 32 は、入力データ 100 中に投影面情報が与えられている場合は、その指定に従った種類の投影面を選択し、また投影面情報がない場合はデフォルトとして特定の投影面、ここでは円筒面を選択する。選択した種類の投影面をもって特徴点配置部 31 の配した特徴点をすべて含むように投影面を生成する。

【0065】投影中心点指定部 33 は、入力データ 100 中に投影中心情報が与えられている場合は投影中心情報に従って投影処理における投影中心点を決定する。また、投影中心情報が与えられていない場合はデフォルトとして特定の投影中心点の計算、ここでは特徴点列の重心を計算して指定する。

【0066】投影処理部 34 は、特徴点の投影処理を実行する。投影中心点から各特徴点に向けて投射線が引かれ、その投射線を投影面まで延長し、投影面との交点を特徴点の投影点とする。

【0067】次に、分割部 40 による分割処理を説明する。分割部 40 は、投影部 30 によって投影処理された投影面を、投影面上に形成されている特徴点の投影点を基に分割する。つまり、投影面上で投影点を頂点とした小面を形成して行き、その形成された小面により投影面全体を埋めることにより分割する。

【0068】分割部 40 による上記の投影面の分割処理は、投影面上に形成されている投射点の 3 次元点列の凸包を求めるこによっても近似的に実現できる。ここで、3 次元点列の凸包とは、図 7 に示すように、3 次元点列を空間上に配してそれらすべてを内側に含む巨大なゴム風船ができる限り縮小して得られる形状のことである。例えば円筒面など凸形状の面上に分布している点列の凸包は、点の数がある程度あれば円筒面にほぼ近似でき、円筒面を多角形の面によって分割したものと言えるからである。

【0069】次に、展開部 50 による展開処理を説明する。展開部 50 は投影面を事前に最適化された平面に展開する。ここで、投影面は可展平面であるので、それぞれ離隔なく展開することができる。投影面が円筒面の場合は、可展面である側面、平面である上面、下面により構成されているので図 1 に示したように展開が可能である。展開された平面上において、3 次元オブジェクトのそれぞれの特徴点に対応する投射点の位置が決まることとなる。

【0070】次に、画像書き込み部 60 により撮影画像のテクスチャを当てはめ、テクスチャ画像を生成する。面の当てはめは、入力された撮影画像上の特徴点と、それに対応する展開平面上における投射点とを一致するよう重ねて割り当てるこにより自動的に行うことができる。

【0071】出力部70は、生成したテクスチャ画像を出力する部分である。出力データの例を図6bに示す。出力データのそれぞれの領域には、必須の情報として、テクスチャ画像情報、特徴点の接続関係情報を備えている。任意の情報として投影中心情報、投影面情報、特徴点グループ情報がある。特徴点グループ情報は入力情報で説明したように、特徴点の集合を複数の小グループに分ける情報であり、それぞれの特徴点の小グループごとに適切な投影面と投影中心点を個別に選択して投影処理を行った場合に利用する情報である。この特徴点グループ情報を利用するものは実施形態2として後述する。

【0072】以上、上記のシステム構成および処理の流れにより、高品質かつ記憶容量の小さいテクスチャ画像を生成することができることを特徴とするテクスチャ画像生成装置が提供される。

【0073】なお、上記例では、投影面として円錐面を用いて説明したが、その他の円錐面などの可展体面であっても良いことは言ふまでもない。

(実施形態2) 実施形態2のテクスチャ画像生成装置は、実施形態1と同様、可展体面からなる既知形状面を投影面として投影・展開し、展開面上に投影画像のテクスチャを貼り込んでテクスチャ画像を自動生成するものであるが、実施形態1のテクスチャ画像生成装置の投影部をさらに高性能化した投影部を備えたものである。

【0074】本実施形態2のテクスチャ画像生成装置の全体構成の概略と本装置による処理流れの概略を図面を参照しつつ説明する。図8は、実施形態2のテクスチャ画像生成装置の概略構成図を示している。図8に示すように、本実施形態2の装置では、実施形態1の構成における投影部30に代え、投影部30aを備えている。投影部30aは実施形態1の投影部30の構成に加えてさらに、投影面調整部35、投影中心点適正確認部36を備えた構成となっている。投影部30aの投影面調整部35、投影中心点適正確認部36を除いた各構成要素は、実施形態1と同じ番号を付して説明した各構成要素と同様であるのでここでの説明は省略し、投影部30aを中心で説明する。なお、実施形態1と同様、図示していないが、システム全体の制御処理に必要なメモリ、デバイス類などは装備している。

【0075】まず、投影面調整部35の働きを以下に説明する。投影面調整部35は、投影処理に用いる投影面の種類の選択、投影面形状、サイズの調整を行うものである。テクスチャ画像生成装置で扱う3次元オブジェクトの形状は、一般に多種多様なのが予想される。投影処理において、3次元オブジェクトの形状と投影面の形状の違いのために、投影処理の結果、形成される投影面の形状は実際の3次元オブジェクトの形状から少し異なることとなる。このような差を抑止するために投影面として3次元オブジェクトにできるだけ近い可展体面を選ぶことが好ましい。投影面調整部35は、投影処理に用いる投影面の種類として3次元オブジェクト形状に近い適切なものを選択し、さらに3次元オブジェクト形状に近くなるように可展体面のサイズを調整する。投影面の種類の選定基準としては、例えば、特徴点から投影面までの距離の総和を計算し、もっとも値の小さくなる投影面の種類を選ぶ方法がある。

【0076】また、投影面調整部35は、3次元オブジェクトの形状が複雑な場合は、3次元オブジェクトを幾つかのオブジェクト部分に分け、それぞれのオブジェクト部分の形状に対して適切な投影面の選択・サイズの調整ができる。

【0077】上記のオブジェクト部分それぞれに投影面を割り当てる処理を以下詳しく説明する。まず、入力部10から入力データが入力される(図9ステップS901)。ここでは、図6bにおいて示した入力データ中の特徴点情報として、特徴点グループ情報が与えられているとする。

【0078】投影面調整部35は、特徴点グループ情報に従って特徴点をグルーピングして各オブジェクト部分として把握する(ステップS902)。投影面調整部35は、ステップS902で把握した各オブジェクト部分ごとに投影面の種類を選定する(ステップS903)。投影面の種類の選定にあたり、ここでは、オブジェクト部分の特徴点から投影面までの距離の総和を計算し、もっとも値の小さくなる投影面の種類を選ぶものとする。

【0079】投影面調整部35は、投影面生成部32に対して投影面の種類を通知し、投影面の生成処理を行わせ、投影面のサイズの調整も制御する(ステップS904)。

【0080】なお、各オブジェクト部分に対する、特徴点配置部31、投影面生成部32、投影中心点指定部33、投影処理部34による一連の投影処理は、それぞれ実施形態1と同様に行われる(ステップS905)。

【0081】以上より、本実施形態2のテクスチャ画像生成装置は、対象となる3次元オブジェクトの形状が複雑な場合でも、各オブジェクト部分ごとに最適な投影処理を行うことができ、高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像の生成を行うことができる。

【0082】次に、投影中心点適正確認部36の動作を説明する。投影中心点適正確認部36は、投影処理における投影中心点の選定が適切に行われた否かを確認するものである。

【0083】ここで言う投影中心点の適正について以下に説明する。図10は、不適切な投影中心点の例である。図10に示すように、面1004と1005の投影面が面1004'、1005'が重なり合うため、正常な展開平面が得ることができないものとなっている。この場合には本発明の投影処理、展開処理によるテクスチャ画像生成を行なうことができない。このような投影形成面の重な

りがないことを投影中心点の適正と言う。

【0084】ただし、図10の面1004、1005は3次元オブジェクトの真の外表面であり、本装置にはこの情報は与えられないため、投影形成面の重なりを直接判定することはできない。投影中心点適正確認部36は、投影面の分割によって得られる外表面の推定結果と3次元オブジェクトの撮影画像の矛盾を特徴点の並びかた（時計回りもしくは反時計回り）を用いて間接的に判定することにより、投影中心点が適正か否かを確認する。具体的には、分割によって得られるすべての外表面に対して、その面を構成する特徴点が面を外側から見たときに時計回りに並んでいるか反時計回りに並んでいるかを判定し、その結果と撮影画像上で各面を3次元オブジェクトの外側から見た時の特徴点の並びかたが一致していないれば、投影中心点は適正であると判断する。分割によって得られる外表面の外側方向として、投影面の外側方向を用いる。撮影画像上の各面の外側方向として、その面を構成する全般的な特徴点が抽出された撮影画像の撮影方向を用いる。

【0085】投影面として円筒面が採用された例を説明する。実施形態1において説明したように、特徴点配置部31により配置された3次元特徴点列を包含するよう投射面生成部32により投射面が生成されている。

【0086】投影中心点指定部33は、まず、実施形態1で示した基準に従って投影中心点を指定する（ステップS1101）。つまり、入力データ中の投影中心データ、または、特徴点の重心計算、利用者による指定入力に従って指定する。

【0087】次に、実施形態1と同様、投影処理部34は、指定した投影中心点から各特徴点に対して投影線を引いて投影面上の投影点を求める（ステップS1102）、投影点を頂点とする多角形で投影面である円筒面を隙間なく分割して多角形の面で埋めつくす（ステップS1103）。次に、展開部50は、投影面である円筒面を平面に展開する（ステップS1104）。ここで、投影面である円筒面は図1に示したように可展面である側面と平面である上面と下面に展開される。

【0088】ここで、投影中心点適正確認部36は、画像書き込み部60による特徴点間の関係を基に3次元オブジェクトの各面の撮影画像を当てはめ・書き込み処理をモニタする（ステップS1105）。ここで、ステップS1104で得られた特徴点の並びかたと3次元オブジェクトの各面の撮影画像上での特徴点の並びかたが一致しているれば、投影中心点が適切に選択されたことが確認できる（ステップS1106）。その後も同じ3次元オブジェクトと投影中心点を用いる限り正常な投影処理が保証される。

【0089】投影中心点の適正が確認できない場合は、投影中心点の選定をやり直すか、または特徴点を適切にグルーピングしてオブジェクト部分に分けて投影処理を

実行すれば良い。

【0090】以上より、本実施形態2のテクスチャ画像生成装置は、投影処理において、対象となる3次元オブジェクトの形状と投影中心点の関係が適正なものであることを確認することができ、適切な投影処理を保証することができ、高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像の生成を行なうことができる。

【0091】（実施形態3）本実施形態3のテクスチャ画像生成装置は、実施形態1と同様、可展面からなる既知形状面を投影面として投影・展開し、展開平面に撮影画像のテクスチャを貼り込んでテクスチャ画像を自動生成するものであるが、実施形態1のテクスチャ画像生成装置の投影部および分割部をさらに高性能化した投影部および分割部を備えたものである。

【0092】実施形態3のテクスチャ画像生成装置の全体構成の概略と本装置による処理流れの概略を図面を参考しつつ説明する。図12は、実施形態3のテクスチャ画像生成装置の構造構成図を示している。図12に示すように、本実施形態3の装置では、実施形態1の構成における投影部30に代えて投影部30bを備え、分割部40に代えて分割部40aを備えている。投影部30bは実施形態1の投影部30の構成に加えてさらに、投影調整部37を備えた構成となっている。投影部30bの投影調整部37を除いた各構成要素は、実施形態1で同じ番号を付して説明した各構成要素と同様であるのでここでの説明は省略し、投影部30bを中心で説明する。また、分割部40aは展開境界線調整部41と可展面展開境界線調整部42を備えている。なお、実施形態1と同様、図示していないが、システム全体の制御処理に必要なメモリ、デバイス類などは装備している。

【0093】投影部30bの投影調整部37と分割部40aの展開境界線調整部41は、投影面上への投影処理において可展面および平面をまたがる越境面が発生する場合に、可展面、平面の延長・縮道を実行して両者の展開境界線を調整し、投影形成面の境界線をもって展開境界線とするものである。

【0094】ここで、越境面について説明する。投影処理において、投影点列は投影面上に配置されているが、投影点が可展面上と平面上に形成されるので、投影形成面を形成する頂点となる投影点一部が可展面上に形成され、他の部分が平面上に形成されたような面（越境面と呼ぶ）が生じる場合がある。例えば、図13aに示すように投影面として円筒面が採用された例において、投影形成面1303は上面1301と可展面1302にまたがって形成された越境面となっている。このような場合に可展面、平面を調整し、展開境界線を調整することにより投影形成面の境界線をもって展開境界線とすることができれば、テクスチャ画像を貼り込む面が分断されることなく歪みも少ないものとすることができます、テクスチャ画像生成装置の性能を一層向上させることができ

る。

【0095】可展面、平面の延長・縮尺調整、展開境界線の調整は以下のように行う。第一番目の調整方式は、越境面を形成する特徴点の投影を調整してすべて可展面上に投影する可展面投影調整部37aおよび展開境界線調整部41を備える方式である。図13aに示すように、越境面1303を形成する投影点のうち、可展面上にある投影点1305、1306を可展面境界投影点とし、平面上にある投影点1307を平面境界投影点とする。可展面投影調整部37aは、まず、図13bに示す1302'のように可展面を延長する。さらに、投影中心点1304から平面境界投影点1307を通る投影線を延長し、可展面の延長面と交わる点を可展面調整投影点1303'として求める。この処理をすべての可展面と平面との境界面に沿って実行する。次に、分割処理において展開境界線調整部41は、可展面の境界線を生成された可展面調整投影点を順に結ぶ線とすれば、図13cに示すように、可展面と平面の展開境界線は投影形成面の境界線となり、一つの投影形成面が可展面と平面に分離されることがなくなる。このように、テクスチャ画像生成装置は、可展面投影調整部37aおよび展開境界線調整部41を備えることによりテクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0096】第二番目の調整方式は、越境面を形成する特徴点の投影を調整してすべて平面上に投影する平面投影調整部37bと展開境界線調整部41を備える方式である。図14bに示すように、越境面1303を形成する投影点のうち、可展面上にある投影点1305、1306を可展面境界投影点とし、平面上にある投影点1307を平面境界投影点とする。平面投影調整部37bは、投影中心点1304から可展面境界投影点1305、1306を通る投影線を延長して平面の延長面と交わる点を平面調整投影点1305'、1306'として求める。この処理をすべての可展面と平面との境界面に沿って実行する。展開境界線調整部41は、平面の境界線を生成された平面調整投影点を順に結ぶ線とし、可展面の境界線を可展面境界投影点を順に結ぶ線とすれば、図14cに示すように、可展面と平面の境界線は投影形成面の境界線となり、一つの投影形成面が可展面と平面に分離されることがなくなる。このように、テクスチャ画像生成装置は、平面投影調整部37bおよび展開境界線調整部41を備えることによりテクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0097】第三番目の調整方式は、投影面が可展面同士の境界を持つ場合における複数面を形成する特徴点の投影を調整してすべて一方の可展面上に投影する方式である。可展面投影調整部37cと展開境界線調整部41を備える方式である。基本的な考え方は上記の第一番目の調整方式、第二番目の調整方式と同様であるのでここ

では、説明を省略する。

【0098】次に、可展面展開境界線調整部42は、可展面の展開にあたり可展面の一部を切削処理する際に、可展面上の投影形成面の境界線に沿って切削するものである。図15aに示すように、投影形成面1501、1502は、デフォルトとして与えられている可展面の展開境界線1500をまたがって形成されている。可展面展開境界線調整部42は図15bに示すように、可展面展開境界線1500を左右に調整して投影形成面の境界線もって新たな可展面境界線1500'とする。この可展面展開境界調整をすべての可展面展開境界に沿って行うことにより、可展面の展開処理において一つの投影形成面が左右に分断されることがなくなる。

【0099】以上のように、実施形態3のテクスチャ画像生成装置は、可展面展開境界線調整部42を備えることによりテクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0100】(実施形態4) 実施形態4のテクスチャ画像生成装置は、実施形態1と同様、可展面および平面からなる既知形状面を投影面として投影・展開し、展開平面に撮影画像のテクスチャを貼り込んでテクスチャ画像を自動生成するものであるが、実施形態1のテクスチャ画像生成装置の画像書き込み部60をさらに高性能化した画像書き込み部60aを備えたものである。

【0101】図16は、実施形態4のテクスチャ画像生成装置の概略構成図を示している。図16に示すように、本実施形態4の装置では、実施形態1の構成における画像書き込み部60に代えて画像書き込み部60aを備えている。画像書き込み部60aは実施形態1の画像書き込み部60の構成に加えてさらに、撮影画像選択部61とアフィン変換部62を備えた構成となっている。画像書き込み部60aの撮影画像選択部61とアフィン変換部62を除いた各構成要素は、実施形態1と同じ番号を付して説明した各構成要素と同様であるのでここで説明を省略し、撮影画像選択部61とアフィン変換部62を中心で説明する。なお、実施形態1と同様、図示していないが、システム全体の制御処理に必要なメモリ、ディバイス類などは装備している。

【0102】撮影画像選択部61とアフィン変換部62は、画像書き込み処理において、撮影画像のテクスチャの配置平面への当てはめ・書き込みにおける両者の並みの調整を行うものである。

【0103】まず、撮影画像選択部61の備える第一番目の調整方式は、撮影画像上の各面は多方向から撮影されているので当てはめる面の形状ともっとも近い形状で撮影されている撮影画像のテクスチャを当てはめる撮影画像として選択することである。この撮影画像の選択により当てはめる撮影画像のテクスチャデータとして、もっとも並みの少ないデータを選択することができ、テクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0104】撮影画像選択部61の備える第二番目の調整方式は、撮影画像上の各面は多方向から撮影されているので当てはめる面をもっとも近い視点から撮影した撮影画像のテクスチャを当てはめる撮影画像として選択することである。この撮影画像の選択により当てはめる撮影画像のテクスチャデータとして、もっとも歪みの少ないデータを選択することができ、テクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0105】次に、アフィン変換部62は、撮影画像のテクスチャデータをアフィン変換することにより書き込む面の形状に変形して歪みを調整する。投影面上に形成された投影形成面は、元の3次元オブジェクトを投影面上に投影して形成されたために元の3次元オブジェクトの外表面とは多少歪んだ形状となっている。そこで、面の当てはめ・テクスチャの書き込みに先立ち、アフィン変換部62により撮影画像のテクスチャデータの形状を調整することが好ましい。ここで、アフィン変換とは、座標の一次式で表わされる変換であり、画像の拡大・縮小・平行移動・回転などによって画像の形状を変化させる変換をいう。

【0106】アフィン変換部62の処理の流れを以下に説明する。まず、アフィン変換の係数を決定する(図1-7ステップS1701)。つまり、撮影画像上の特徴点の座標と、展開平面上に投影された対応する特徴点の座標から両者を一致させるアフィン変換の係数を求める。

【0107】投影により発生した形状の歪みを調整した画像を生成するためにはテクスチャ画像として生成する面の各画素値として、撮影画像上の対応する画素値をアフィン変換して対応する座標に書き込めば良い。つまり、テクスチャ画像の注目する面の注目する位置、例えばX-Y座標において一番Y-Y座標値が小さい左下の画素を注目画素として指定する(ステップS1702)。

【0108】その注目画素の位置に対する撮影画像上の画素の位置をアフィン変換により決定する(ステップS1703)。ステップS1703により求めた位置の撮影画像の画素値を読み取り、テクスチャ画像上の注目画素の画素値として書き込む(ステップS1704)。

【0109】このステップS1702～ステップS1704をすべての画素に対して実行する。つまり、ステップS1702において注目した注目画素の指定をX方向Y方向に走査するように移動して行くことにより次々と注目画素を指定し、その注目画素に対してステップS1703～ステップS1704により対応する画素値を書き込んで行く。

【0110】以上、実施形態4のテクスチャ画像生成装置は、画像選択部61を備えるにより、入力画像のうち、書き込む面の画像としてもっとも歪みの少ない画像を選択することができ、さらにアフィン変換部62を備えることにより、投影により発生した形状の歪みを調整することにより、投影により発生した形状の歪みを調整

して正しく面の当てはめ・書き込みが実行でき、テクスチャ画像生成の性能を一層向上させることができる。

【0111】(実施形態5)本発明のテクスチャ画像生成装置は、上記に説明した構成を実現する処理ステップを記述したプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供することにより、各種コンピュータを用いて構築することができる。本発明のテクスチャ画像生成装置を実現する処理ステップを備えたプログラムを記録した記録媒体は、図1-8に示した記録媒体の例に示すように、CD-R ROM 202やフレキシブルディスク203等の可搬型記録媒体201だけでなく、ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体200や、コンピュータのハードディスクやRAM等の記録媒体205のいずれであっても良く、プログラム実行時には、プログラムはコンピュータ204上にローディングされ、主メモリ上で実行される。

#### 【0112】

【発明の効果】本発明のテクスチャ画像生成装置によれば、可展面および平面からなる既知形状面を投影面として投影・展開し、展開平面に撮影画像のテクスチャを貼り込んでテクスチャ画像を自動生成することができ、高品質かつ記憶容量の少ないテクスチャ画像を生成することができる。

【0113】また、本発明のテクスチャ画像生成装置によれば、3次元オブジェクトの形状に応じた適切な投影面を選定することができ、3次元オブジェクトが複数の場合でもオブジェクト部分ごとに投影面を最適化して選定することができる。

【0114】また、本発明のテクスチャ画像生成装置によれば、投影処理における投影中心点が正確かどうかを確認することができ、正確なテクスチャ画像が生成できる。また、本発明のテクスチャ画像生成装置によれば、投影面が可展面、平面の組み合わせである場合に、展開処理における展開境界線を投影形成面の境界接続することができ、投影形成面を分断することができなく、歪みの少ないテクスチャ画像が得られる。

【0115】また、本発明のテクスチャ画像生成装置によれば、展開平面への画像書き込みにおいて最も歪みの少ない画像を選択することができ、また、アフィン変換により形状の歪みを調整して画像を書き込むことができ、テクスチャ画像の品質を向上することができる。

#### 【画面の簡単な説明】

【図1】 円筒面の展開例を示す図

【図2】 可展面の組み合わせの例を示す図

【図3】 投影面を利用した投影処理の概念を示す図

【図4】 本発明のテクスチャ画像生成装置におけるテクスチャ画像生成の基本的な流れを示す図

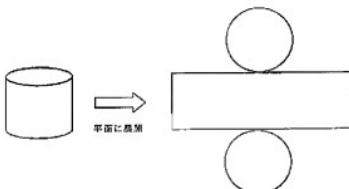
【図5】 本発明の実施形態1のテクスチャ画像生成装置の概略構成図

【図6】 本発明の実施形態1のテクスチャ画像生成装

置が扱うデータ構造例

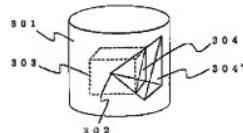
- 【図7】 凸包の形成を説明する図
- 【図8】 本発明の実施形態2のテクスチャ画像生成装置の概略構成図
- 【図9】 オブジェクト部分それぞれに投影面を割り当てる処理を示すフローチャート
- 【図10】 不適切な投影中心点の例を示す図
- 【図11】 本発明の実施形態2の投影中心点適正確認部3.6による投影中心点が適正か否かを確認する処理ステップを示したフローチャート
- 【図12】 本発明の実施形態3のテクスチャ画像生成装置の概略構成図
- 【図13】 本発明の実施形態3の可展面投影調整部3.7a、平面投影調整部3.7bによる投影調整を説明する図
- 【図14】 本発明の実施形態3の可展面投影調整部3.7cによる投影調整を説明する図
- 【図15】 本発明の実施形態3の可展面展開境界線調整部4.2による展開境界線の調整を説明する図
- 【図16】 本発明の実施形態4のテクスチャ画像生成装置の概略構成図
- 【図17】 本発明の実施形態4のアフィン変換部6.2の処理ステップを示したフローチャート
- 【図18】 記録媒体の例
- 【図19】 従来のテクスチャ画像生成処理ステップを示したフローチャート
- 【図20】 従来の特徴点に基づく3次元画像データ生成の概念を示す図
- 【図21】 従来のコンピュータ画面上での3次元画像再生処理ステップを示したフローチャート
- 【図22】 従来の各面ごとに貼るテクスチャ画像を平面上に配置して記憶する方式を説明する図
- 【符号の説明】
- 1.0 入力部

【図1】

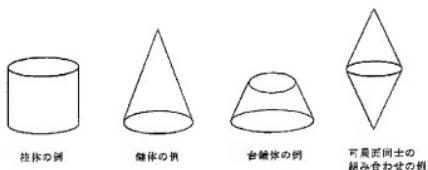


- 2.0 特徴点抽出部
- 2.1 特徴点指定部
- 3.0, 3.0a, 3.0b 投影部
- 3.1 特徴点配属部
- 3.2 投影面生成部
- 3.3 投影中心点指定部
- 3.4 投影処理部
- 3.5 投影面調整部
- 3.6 投影中心点適正確認部
- 3.7, 3.7a 投影調整部
- 4.0, 4.0a 分割部
- 4.1 展開後界線調整部
- 4.2 可展面展開境界線調整部
- 5.0 展開部
- 6.0, 6.0a 直書き込み部
- 6.1 投影画像選択部
- 6.2 アフィン変換部
- 7.0 出力部
- 1.00 データ
- 1.01 画像情報領域
- 1.02 特徴点情報領域
- 1.03 投影情報領域
- 1.04 投影面情報領域
- 1.05 その他情報領域
- 1.06 ヘッダ
- 2.00 回線先のハードディスク等の記録媒体
- 2.01 CD-ROMやフレキシブルディスク等の可搬型記録媒体
- 2.02 CD-ROM
- 2.03 フレキシブルディスク
- 2.04 コンピュータ
- 2.05 コンピュータ上のRAM/ハードディスク等の記録媒体

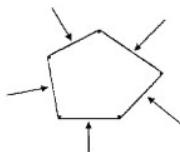
【図3】



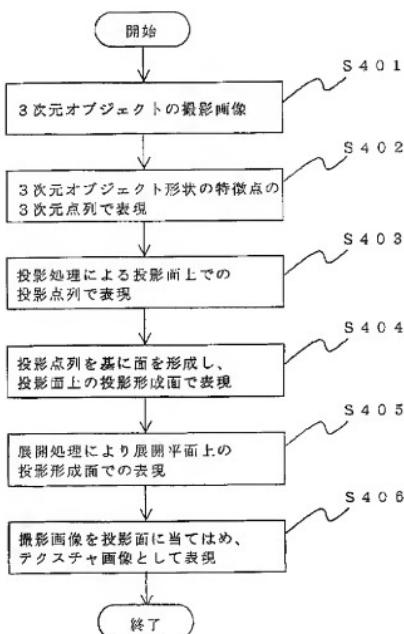
【図2】



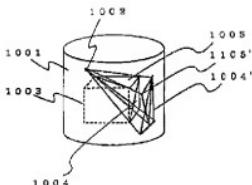
【図7】



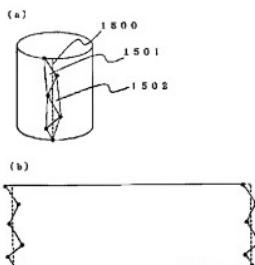
【図4】



【図10】



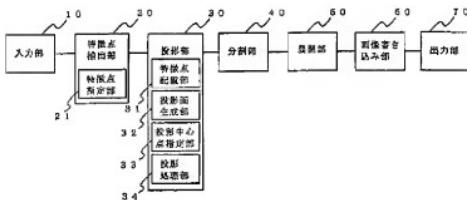
【図15】



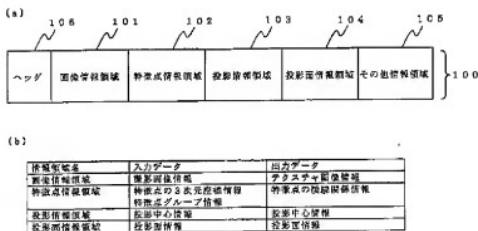
【図22】



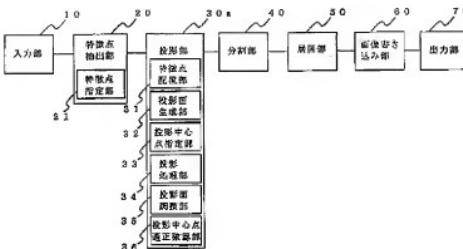
【図5】



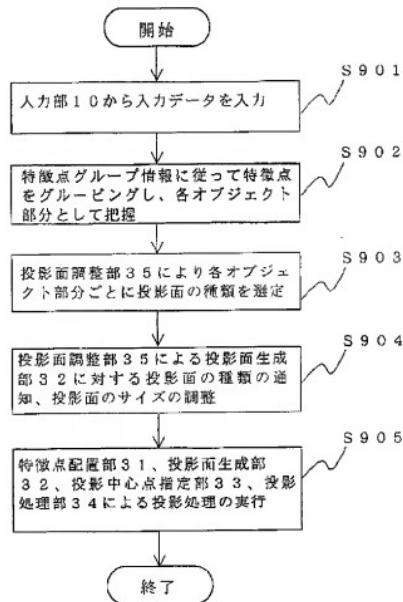
【図6】



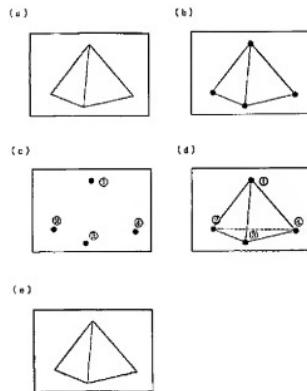
【図8】



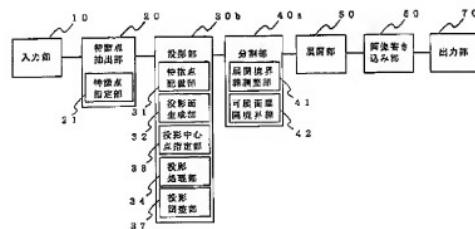
【図9】



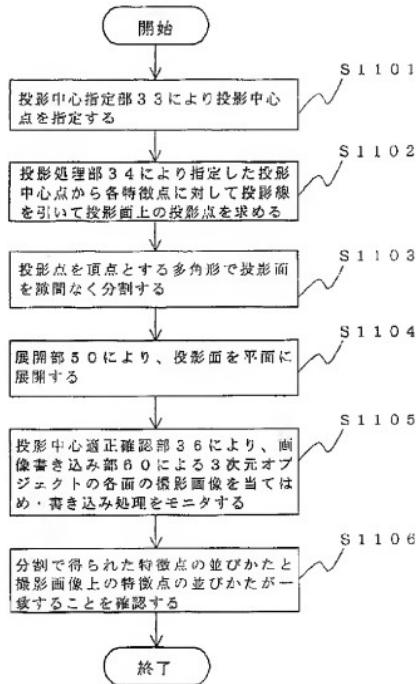
【図20】



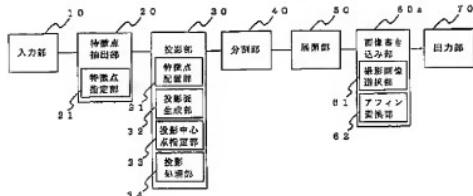
【図12】



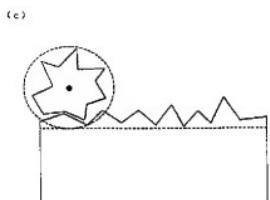
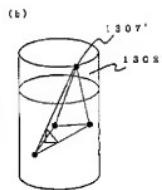
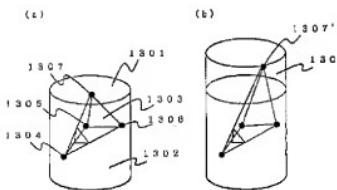
【図11】



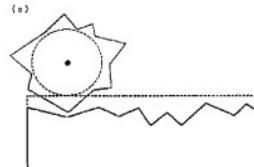
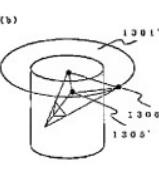
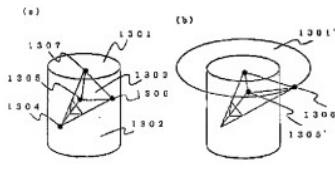
【図16】



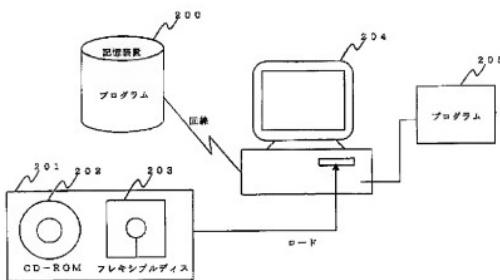
【図13】



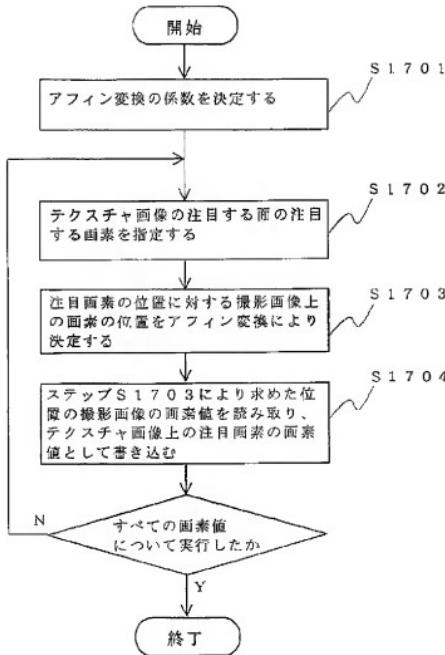
【図14】



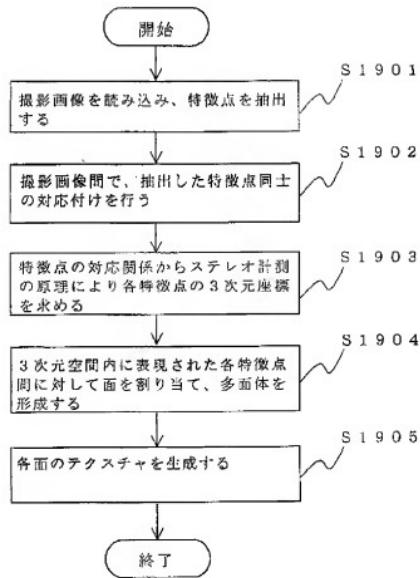
【図18】



【図17】



【図19】



【図21】

